

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

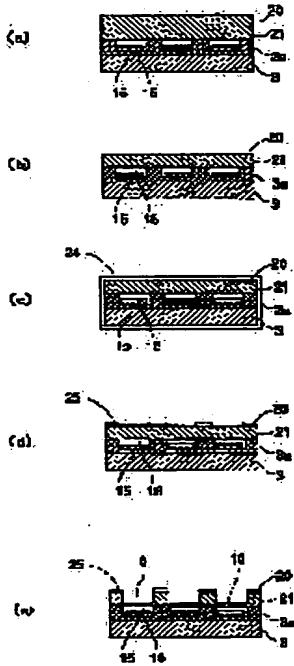
(11)Publication number : 2001-260367  
(43)Date of publication of application : 25.09.2001

(51)Int.Cl. B41J 2/16  
B41J 2/045  
B41J 2/055

(21)Application number : 2000-079228 (71)Applicant : RICOH CO LTD  
(22)Date of filing : 22.03.2000 (72)Inventor : HASHIMOTO KENICHIRO  
KOBATA YASUTAROU  
YAMANAKA KUNIHIRO

(54) METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID DROP DISCHARGE HEAD

(57)Abstract:  
PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately form a thickness of a diaphragm at low costs.  
SOLUTION: A high concentration boron diffuse layer 21 of a depth corresponding to the thickness of the diaphragm 10 is formed to one face of a silicon substrate 20. The silicon substrate is etched from the other face by a potassium hydroxide aqueous solution having an IPA added thereto.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-260367

(P2001-260367A)

(43) 公開日 平成13年9月25日 (2001.9.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

B 4 1 J 2/16  
2/045  
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H 2 C 0 5 7  
1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-79228(P2000-79228)

(22) 出願日 平成12年3月22日 (2000.3.22)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 橋本 憲一郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72) 発明者 木幡 八州太郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁理士 稲元 富保

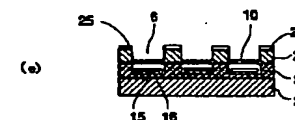
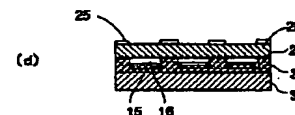
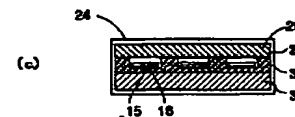
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低コストで振動板の厚みを高精度に形成できない。

【解決手段】 シリコン基板20一面側に振動板10の厚さに応じた深さの高濃度ボロン拡散層21を形成し、シリコン基板20の他面側からIPAを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室と、この液室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドの製造方法において、シリコン基板の一面側に前記振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、前記シリコン基板の他面側からイソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、前記不純物拡散層を残留せしめて前記振動板を形成することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記水酸化カリウム水溶液はイソプロピルアルコールが過飽和状態であることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項3】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室と、この液室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドの製造方法において、シリコン基板の一面側に前記振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、前記シリコン基板の他面側から前記不純物拡散層近傍までをイソプロピルアルコールを添加しない水酸化カリウム水溶液でエッチングした後、前記不純物拡散層までをイソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、前記不純物拡散層を残留せしめて前記振動板を形成することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項4】 請求項3に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記イソプロピルアルコールを添加しない水酸化カリウム水溶液の濃度が15wt%～35wt%の範囲内にあることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記イソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液の濃度が10wt%～35wt%の範囲内にあることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記ヘッドは前記振動板と対向する電極を有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記液滴を吐出させることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記高濃度不純物が高濃度ボロンであることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドの製造方

法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（加圧液室、圧力室、吐出室、インク流路等とも称される。）と、液室内のインクを加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備えて、圧力発生手段で発生した圧力で液室インクを加圧することによってノズルからインク滴を吐出させる。

【0003】 従来のインクジェットヘッドとしては、圧電素子を用いて液室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、液室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、液室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】 上述したピエゾ型あるいは静電型のように振動板を用いるインクジェットヘッドにあっては、振動板の機械的変位特性はインク滴吐出特性に大きく影響し、振動板の薄膜化、高精度化が必要になる。

【0005】 そこで、従来のインクジェットヘッドにおいては、特開平6-23986号公報、特開平6-71882号公報あるいは特開平9-267479号公報などに記載されているように、振動板を形成するシリコン基板にボロンを拡散した高濃度ボロン拡散層を形成し、このシリコン基板を異方性エッチングすることにより、高濃度ボロン拡散層でエッチングストップすることから、高濃度ボロン拡散層による振動板を形成するようにしている。

【0006】 しかしながら、上述した振動板の製造方法では、p型不純物層でのエッチングレートが低下した時点での振動板の板厚ムラが大きく、2μmの振動板厚みに対して、1μmの厚みムラが発生していた。したがって、振動板の剛性が振動板内で一定とならず、吐出性能が安定しないという問題があった。

【0007】 そこで、特開平9-234873号公報には、振動板が高濃度p型不純物層からなるSi基板の高濃度p型不純物層が形成された面の反対面から低濃度水酸化カリウム水溶液でエッチングし、高濃度p型不純物層を残留せしめて振動板を形成し、残留せしめた振動板を低濃度水酸化カリウム水溶液でエッチングすることで、振動面の荒れを抑えて、振動板の厚み精度を向上することが記載されている。

【0008】 また、同公報には別の方法として、Si基板の高濃度p型不純物層が形成された面の反対面の、高濃度p型不純物層の近傍までのSi基板のエッチング

を高濃度水酸化カリウム水溶液で行い、高濃度p型不純物層の近傍から高濃度p型不純物層までのエッチングを低濃度水酸化カリウム水溶液で行い、高濃度p型不純物層を残留させて振動板を形成し、さらに、高濃度水酸化カリウム及び低濃度水酸化カリウムを使用して形成した振動板を、低濃度水酸化カリウム水溶液でエッチングすることで、振動面の荒れを抑えて、振動板の厚み精度を向上することも記載されている。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように低濃度水酸化カリウム水溶液によるエッチングを用いる振動板の製造方法にあっては、そもそも低濃度水酸化カリウム水溶液によるエッチングが不安定であるという課題がある。

【0010】すなわち、低濃度水酸化カリウム水溶液の量に対するエッチングサンプルの数やエッチング面積によって、エッチング結果として得られる振動板の厚さや厚さ均一性、エッチング表面性などが異なってしまう。そのため、エッチング液の量に対するエッチングサンプル数やエッチング面積などを常に一定に保たなければ再現性のある結果が得られないという課題がある。

【0011】また、同一の低濃度水酸化カリウム水溶液で2バッチ目、3バッチ目のエッチングを行うとバッチ間で振動板の厚さや厚さ均一性、エッチング表面性などが異なってしまう。具体的には、最初のバッチよりも振動板の厚さが厚くなり、均一性が低下し、エッチング表面荒れが大きくなるため、各バッチごとにエッチング液を交換し常に新品を使わなければ再現性ある結果が得られない。

【0012】しかしながら、生産工程では同一エッチング液で複数回バッチ処理することが好ましく、バッチごとにエッチング液を交換するとエッチング液コストが高くなり、不要となったエッチング液の廃棄処理コストが高くなる。しかも、新しいエッチング液を所定の温度まで上昇させなければならぬので生産性が低くなるという課題が生じる。

【0013】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、振動板の厚み精度を低コストで向上し、安定した液滴吐出特性を有する液滴吐出ヘッドを低コストで製造する方法を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、シリコン基板の一面側に前記振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、シリコン基板の他面側からイソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、不純物拡散層を残留せしめて振動板を形成する構成としたものである。

【0015】ここで、水酸化カリウム水溶液はイソプロ

ピルアルコールが過飽和状態であることが好ましい。

【0016】また、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、シリコン基板の一面側に振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、シリコン基板の他面側から不純物拡散層近傍までをイソプロピルアルコールを添加しない水酸化カリウム水溶液でエッチングした後、不純物拡散層までをイソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、不純物拡散層を残留せしめて振動板を形成する構成としたものである。

【0017】ここで、イソプロピルアルコールを添加しない水酸化カリウム水溶液の濃度が15wt%～35wt%の範囲内にあることが好ましい。

【0018】また、これらの液滴吐出ヘッドの製造方法においては、イソプロピルアルコールを添加した水酸化カリウム水溶液の濃度が10wt%～35wt%の範囲内にあることが好ましい。さらに、ヘッドは振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させるものであることが好ましい。さらにまた、高濃度不純物が高濃度ボロンであることが好ましい。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係る製造方法を適用して製造した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図、図4は同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図である。

【0020】このインクジェットヘッドは、第一基板である振動板/液室基板1と、振動板/液室基板1の下側に設けた第二基板である電極基板3と、振動板/液室基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板4とを重ねて接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズル5、各ノズル5が連通するインク流路である液室6、液室6に流体抵抗部7を介して連通する共通インク室8などを形成している。

【0021】振動板/液室基板1には、液室6及びこの液室6の底部となる壁面を形成する振動板10、各液室6を隔てる隔壁11を形成する凹部、共通インク室8を形成する凹部などを形成している。この振動板/液室基板1は、シリコン基板に振動板となる厚み（深さ）に高濃度不純物であるボロンを拡散し、この高濃度ボロンドーパ層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことにより液室6となる凹部等を形成するときに所望の厚さの振動板5を得たものである。なお、高濃度P型不純物としては、ボロンの他、ガリウム、アルミニウム等も用いることができる。

【0022】なお、振動板/液室基板1の全面には、インクジェット駆動時に絶縁破壊やショートが起こるのを

10

20

30

40

50

防止するため熱酸化により0.1  $\mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ などの絶縁膜を成膜している。

【0023】電極基板3には、凹部14を形成して、この凹部14の底面に振動板10に所定のギャップ16を置いて対向する電極15を形成し、この電極15と振動板10によって、振動板15を変位させて液室6の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。この電極基板3の電極15上には振動板10との接触によって電極15が破損するのを防止するため、例えば0.1  $\mu\text{m}$ 厚の $\text{SiO}_2$ などの絶縁層17を成膜している。なお、電極15を電極基板3の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極パッド部15aを形成している。

【0024】この電極基板3は、ガラス基板、また表面に熱酸化膜3aを形成した $\text{Si}$ 基板上に、 $\text{HF}$ 水溶液などでエッチングにより凹部14を形成し、この凹部14に窒化チタンなどの高耐熱性を有する電極材料をスパッタ、 $\text{CVD}$ 、蒸着などの成膜技術で所望の厚さに成膜し、その後、フォトリソを形成してエッチングすることにより、凹部14にのみ電極15を形成したものである。この電極基板3と振動板/液室基板1とは陽極接合、直接接合などのプロセスで接合している。

【0025】ここでは、電極15は、シリコン基板にエッチングで形成した深さ0.3  $\mu\text{m}$ の凹部14内に窒化チタンを0.1  $\mu\text{m}$ の厚さにスパッタし形成している。したがって、このヘッドにおいては、電極基板3と振動板/液室基板1とを接合した後のギャップ16の長さ(振動板10と電極15との間隔)は、0.2  $\mu\text{m}$ となっている。

【0026】また、ノズル板4は、厚さ50  $\mu\text{m}$ のステンレス材( $\text{SUS}$ )を用いて、ノズル5、液体抵抗部7及び共通インク液室へ外部からインクを供給するためのインク供給口19を形成している。

【0027】次に本発明に係るインクジェットヘッドの製造工程の第1実施形態について図5及び図6をも参照して説明する。なお、上記インクジェットヘッドにおける振動板10は、高濃度 $p$ 型不純物層であって、高濃度 $p$ 型不純物層は所望の振動板厚と同じだけの厚さを有している。なお、高濃度 $p$ 型不純物層を形成する不純物としては、上述したようにボロン、ガリウム、アルミニウム等があるが、半導体分野においては $p$ 型不純物層を形成する不純物としボロンが一般的であり、ここでもボロンを不純物とした。したがって、高濃度 $p$ 型不純物層を高濃度ボロンドープ層とした場合について以降説明する。

【0028】アルカリによる $\text{Si}$ エッチングにおけるエッチングレートは、ドーパントがボロンの場合、高濃度の領域において、エッチングレートが非常に小さくなる。このことを利用し、振動板形成領域を高濃度ボロンドープ層とし、アリカリ異方性エッチングにより、吐出

室、共通液室を形成する際に、ボロンドープ層が露出した時点でエッチングレートが極端に小さくなる、いわゆるエッチストップ技術により、振動板10を所望の板厚に形成するものである。

【0029】すなわち、まず、図5(a)に示すような結晶面方位(110)の厚さ500  $\mu\text{m}$ の $\text{Si}$ 基板20を用いて、この $\text{Si}$ 基板20の表面に固体拡散法によりボロンを拡散することにより、同図(b)に示すように高濃度ボロン拡散層21aを形成する。

10 【0030】より具体的には、 $\text{Si}$ 基板20と固体拡散源( $\text{BN}$ や $\text{B}_2\text{O}_3$ )を対向させて750℃の温度の炉の中にセットする。この炉の中には0.25%の酸素を混入して窒素を流した状態にしておく。そして、その炉の温度を7℃/分のレートで1150℃の温度まで上昇させ、その状態で50分間保持した後、同じく7℃/分のレートで750℃の温度まで下げることににより、同図(b)に示すように、高濃度ボロン拡散層21が形成される。

20 【0031】なお、この他 $\text{BBr}_3$ を用いた気相拡散法、ボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法又は $\text{B}_2\text{O}_3$ を有機溶媒に分散させウエハ上にスピコートする塗布拡散法でも、高濃度ボロン拡散層21aを形成できる。

【0032】その後、 $\text{Si}$ 基板20表面に形成された $\text{B}_2\text{O}_3$ 層をフッ酸により除去することにより高濃度ボロンドープ層が形成される。この段階で得られた $\text{Si}$ 基板20表面から厚さ方向に8  $\mu\text{m}$ の範囲における高濃度ボロンドープ層21aの濃度分布は、図7に示すようになる。

30 【0033】次いで、 $\text{Si}$ 基板20表面を酸化することにより同図(c)に示すように酸化膜22を形成する。ここでは、酸化条件を、 $\text{O}_2$ ガス6 sccm、 $\text{H}_2$ ガス9 sccm、900℃-60分として約2000Åの厚さの酸化膜22を形成した。その後、同図(d)に示すように $\text{Si}$ 基板20表面に形成した酸化膜22をフッ酸により除去することにより、 $\text{Si}$ 基板表面に形成された $\text{B}_2\text{O}_3$ 層を除去した。すなわち、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 層の下にボロンとシリコンの化合物層が形成されており、これを除去する場合には差安価することによってフッ酸で除去できるようになる。

40 【0034】その後、ボロンの拡散により荒れている、 $\text{Si}$ 基板20表面を直接接合できるようにするため、CMP (chemical-mechanical-polishing) によって直接接合可能な表面粗さ $R_a=0.5\text{ nm}$ 以下の表面性を有する高濃度ボロン拡散層21を得た。このCMPでは $\text{Si}$ 基板20の最表層を1000Å以下の研磨量で面内均一に研磨できるので、高濃度ボロン拡散層21の変化は微量である。この場合、その研磨量を見込んで、ボロンを拡散させる拡散条件と $\text{Si}$ 基板20表面を酸化させる酸化条件を決定すればよい。

【0035】次に、上述したようにして得られたシリコン基板20を図6(a)に示すように別途製作した電極基板3上に直接接合する。ここでは、減圧下でプリボンドされたものに温度900℃、1時間の熱処理を行って接合した。

【0036】そして、同図(b)に示すように、厚さ500μmのSi基板40の上部表面を研磨して、厚さ100μmにした後、同図(c)に示すように、接合された電極基板3とSi基板20の全面にLPCVDによりシリコン窒化膜24を成膜する。

【0037】次いで、Si基板20上に形成されたシリコン窒化膜24上にレジストをコーティングし、露光、現像を行って液室6及び共通インク室8などに対応するレジストパターンを形成する。このとき、電極基板3の電極15と液室6のレジストパターンとが一致するようにIR光によりアライメントする。次に、Si基板20上のシリコン窒化膜24をドライエッチにより除去し、レジストを除去することにより、同図(d)に示すように、シリコン窒化膜24のパターン25を形成する。

【0038】次に、IPA（イソプロピルアルコール）を1.5vol%添加した30wt%の水酸化カリウム水溶液によって、温度85℃にて、シリコン基板20の高濃度ボロンを拡散した面と反対の面から異方性エッチングを行って、同図(e)に示すように液室6となる凹部と高濃度ボロンドープシリコン（高濃度ボロン拡散層21）からなる振動板10を形成する。

【0039】ここで、上記エッチング液では(110)面のエッチングは1.5μm/分の速さで進行する。エッチングが進行し高濃度ボロン拡散層21に達すると、エッチレートは低下する。図7に示したようにエッチングが進むにつれてボロン濃度が高くなっていくので、ボロン濃度に対応してエッチレートが低下する。完全にはエッチングは停止しないのでエッチング停止を見極めるのが困難である。

【0040】そこで、100μmの低濃度ボロンドープの(110)面方位のSi基板が貫通するエッチング時間より30分長い時間に設定した。IPAを添加した30wt%のKOH、85℃では、厚さ100μm(110)面方位のSi基板は80分で貫通したので、エッチング時間を110分に設定した。エッチング終了時にはエッチレート比は1/150に低下しており、厚さ3μmの振動板10が得られた。

【0041】以上の条件により振動板10の厚さは30で3±0.08μm、エッチング表面性はRa0.01μmのものが得られた。(110)面に対するエッチレート比が1/50~1/300になったところでエッチングを終了するのがエッチング時間、エッチング表面性の点で好ましい。水酸化カリウム水溶液ではEDP（エチレンジアミンピロカテコール）に比べ、ボロン濃度に対するエッチレートの低下が小さい。しかし、水酸化カ

リウム水溶液にIPAを添加した場合、IPAを添加しない水酸化カリウム水溶液よりもボロン濃度の低い(110)面のエッチレートにたいする高濃度ボロン拡散層のエッチレート比（高濃度ボロン拡散層のエッチレート/(110)面のエッチレート）が小さくなる。

【0042】図8は30wt%/80℃の水酸化カリウム水溶液にIPAを添加したときのボロン濃度が5E19/cm<sup>3</sup>におけるエッチレート比の変化を示したものである。これより、IPAを添加することによってエッチレート比が小さくなっていることが分かる。

【0043】また、水酸化カリウム水溶液の濃度がより低濃度の方がボロン濃度に対するエッチレートが低下する。低濃度水酸化カリウム水溶液10wt%とIPAを添加した水酸化カリウム水溶液30wt%で、低濃度ボロンドープの(110)面のエッチレートに対するエッチレート比を比較すると図9に示すようになる。IPAを添加した水酸化カリウム水溶液はボロン濃度がより低いところでエッチレートが低下し、EDPとほぼ同等である。

【0044】さらに、ボロン濃度が高い拡散層を形成するには、高温でのドライブが必須となり、1150℃を越えると石英は軟化し変形することがあるので、高温ドライブ炉のチューブやポートは石英ではなくSiCを使わなければならない。しかし、SiC製のチューブやポートは大変高価であり設備投資が高くなる。したがって、石英製チューブやポートが使用可能な温度領域でドライブできるのが望ましく、ボロン濃度が低濃度でもエッチングストップすることは非常に有効である。なお、ここでは、1150℃で拡散して高濃度ボロン層を形成したが、IPA添加の水酸化カリウム水溶液を用いれば1050℃程度の温度での拡散でも十分であることを確認している。また、IPAは沸点が低く熱を加えると蒸発が激しいので、蒸気を冷却して液化しエッチング槽に戻す環流装置を付けるのが好ましい。

【0045】このようにIPAを添加した水酸化カリウム水溶液を用いて振動板を形成することにより、水酸化カリウム自体の濃度が高濃度でもエッチングストップできるので、液量に対するサンプル数の影響が少なく、また、同一液でエッチングを繰り返した場合にも、非常に安定して再現性の良い結果が得られる。このように同じ液を繰り返し使用できることで、液のコストや廃液処理コストが低減でき、また、液交換が不要なためエッチング液の温度を所定温度まで上昇させる時間を省くことができ生産性も向上する。したがって、振動板の厚み精度が向上し、安定して均一な振動板を有する液滴吐出ヘッドを低コストで得ることができる。

【0046】なお、ボロンの濃度5E19/cm<sup>3</sup>におけるシリコン基板の(110)面に対するエッチレート比のIPAを添加した水酸化カリウム水溶液の濃度の依存性は前述した図10に示すようになるので、エッチレ

ート比を小さくするためには、水酸化カリウム水溶液の濃度を10wt%~35wt%とするのが好ましい。

【0047】また、エッチング液の繰り返しの使用を考えた場合、IPA添加の水酸化カリウム水溶液の濃度は高濃度の方が好ましい。同時に、エッチレート比を稼ぐ場合にはIPA添加水酸化カリウム水溶液の濃度を25wt%~35wt%とするのが好ましい。

【0048】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第2実施形態について説明する。この実施形態では、第1実施形態における図6(e)のエッチング工程において、IPAを過飽和状態にした30wt%の水酸化カリウム水溶液によって、温度85℃にて異方性エッチングを行っている。

【0049】IPAは水酸化カリウム水溶液に数%しか溶けることができない。溶けることができないIPAは水酸化カリウム水溶液に浮かんた状態となっており、水酸化カリウム水溶液にIPAが浮かんた状態においては、IPAが蒸発しても水酸化カリウム水溶液中のIPAは飽和状態が保たれる。

【0050】したがって、IPAは過飽和状態であるので、水酸化カリウム水溶液中のIPAは常に飽和状態にありIPAの量が一定に保たれる。よって、エッチング結果が再現性よく得られる。また、水酸化カリウム水溶液中のIPA濃度が高い方がエッチレート比が小さくなるので、エッチングストップ精度の向上する。

【0051】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第3実施形態について図11をも参照して説明する。この実施形態は、エッチング工程を、濃度が25wt%濃度の水酸化カリウム水溶液、及びIPAを添加した30wt%濃度の水酸化カリウム水溶液であるエッチング液を用いて行っている。

【0052】先ず、同図(a)に示すようにシリコン基板20には第1実施形態で説明した方法で高濃度ボロン拡散層21を形成する。なお、拡散条件は1100℃/2時間とした。また、炉の中には1%の酸素を混入した窒素を流しておく。その後、図6(b)、(c)と同様の工程を経て、図11(b)に示すようにシリコン窒化膜のパターン25を形成する。

【0053】その後、同図(c)に示すように、80℃の25wt%の水酸化カリウム水溶液でエッチングし、エッチングを高濃度ボロン拡散層21に達する直前(残り10μm程度)まで、エッチングを行う。このとき

(110)面特有のエッチング表面荒れが生じる。そこで、次に、エッチング液をIPAを過飽和状態にした80℃の35wt%の水酸化カリウム水溶液に変え、エッチングを継続して、エッチングストップさせ、同図

(d)に示すように振動板10等を形成する。

【0054】このように、高濃度ボロン拡散層21に達する直前までのエッチングを25wt%水酸化カリウム水溶液で行っているため、このときのエッチングは2、

8μm/分の速度で進み、エッチング時間を短縮することができる。そして、高濃度ボロン拡散層21に達する直前からIPAを添加した水酸化カリウム水溶液に変更するので、エッチングストップ時のエッチング表面性がよく、厚さの均一な振動板が得られる。この例の条件では2μmの振動板が得られた。

【0055】この場合、(110)面のエッチングにおいて水酸化カリウム水溶液によるエッチングは、水酸化カリウム水溶液の濃度が15~35wt%でエッチレートが速く、およそ25wt%でピークを持つので、エッチング時間を短縮するためには、1段目のエッチングでは15~35wt%の水酸化カリウム水溶液を用いるのが好ましい。なお、1段目のエッチング液は水酸化カリウム水溶液以外のアルカリエッチング液、例えば、TMAH、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化リチウム水溶液、EDPなども用いることができる。

【0056】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第4実施形態について図12をも参照して説明する。この実施形態は、高濃度ボロン拡散層21の形成をイオン注入で行ったものである。結晶面方位(110)のSi基板に注入エネルギー100keV、ドーズ量2E16/cm<sup>2</sup>の条件でボロンを注入し、その後、ドライブ炉で1050℃の温度で100分間ドライブを行った。このときのボロン濃度を分析すると図12に示すようになった。

【0057】そこで、前記第2、第3実施形態と同様の製造工程によりIPA過飽和の水酸化カリウム水溶液30wt%で振動板を作製したところ、1、3μmの振動板が得られた。

【0058】イオン注入では、固体拡散に比べ高い濃度のボロン拡散層を得るのが困難であるが、本発明に係る製造方法を用いることで、ボロン濃度が低くてもエッチングストップするので、振動板の形成が可能となる。また、イオン注入では固体拡散に比べ深い拡散層を形成するのは困難であるが、基板面内、基板間、パッチ間で均一なボロン濃度プロファイルを形成することができ、固体拡散で作製した振動板よりもさらに均一な厚さの振動板を得ることができる。イオン注入は3μm以下の厚さの振動板を形成する場合には、固体拡散よりも適している。

【0059】なお、ボロン拡散層は、固体拡散、イオン注入以外にも、塗布拡散やボロンをドーブしたエピタキシャル層によっても形成することもできる。塗布拡散では低コストで拡散層を形成することができる。また、エピタキシャル層では、Si基板の上にボロンをドーブした層を成長させるので、固体拡散、イオン注入、塗布拡散に比べ、高濃度ボロン領域の境界が明確になり、急峻なエッチングストップを実現できより精度の良い振動板を形成することができる。

【0060】なお、上記各実施形態においては本発明を

静電型インクジェットヘッドの振動板形成に適用した例で説明したが、ピエゾ型インクジェットヘッドにも同様に適用することができ、またインク滴を吐出するインクジェットヘッド以外にも、例えば液体レジストを吐出するための液滴吐出ヘッドなどにも同様に適用することができる。

#### 【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法によれば、シリコン基板の一面側に前記振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、シリコン基板の他面側からIPAを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、不純物拡散層を残留せしめて振動板を形成するので、不純物濃度が低くてもエッチングストップができてコストを低減でき、また、振動板厚み精度が向上して、液滴吐出特性が安定したヘッドが得られる。。

【0062】ここで、水酸化カリウム水溶液はIPAが過飽和状態であることとすることにより、水酸化カリウム水溶液中のIPA量が自発的に一定に保たれ、IPA濃度を制御する設備が不要になって、コストが低減する。

【0063】また、本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法によれば、シリコン基板の一面側に振動板の厚さに応じた深さの高濃度のP型不純物を拡散した不純物拡散層を形成し、シリコン基板の他面側から不純物拡散層近傍までをIPAを添加しない水酸化カリウム水溶液でエッチングした後、不純物拡散層までをIPAを添加した水酸化カリウム水溶液でエッチングして、不純物拡散層を残留せしめて振動板を形成するので、エッチング速度を高めることができ、振動板厚み精度を向上した液滴吐出特性の安定したヘッドの生産性が向上する。

【0064】ここで、IPAを添加しない水酸化カリウム水溶液の濃度を15wt%～35wt%の範囲内とすることで、エッチレートが高く、短時間でエッチングを行うことができ生産性が向上する。

【0065】また、これらの液滴吐出ヘッドの製造方法においては、IPAを添加した水酸化カリウム水溶液の\*

\*濃度を10wt%～35wt%の範囲内とすることで、振動板厚さの精度が更に向上する。さらに、ヘッドは振動板と対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させて液滴を吐出させるものとするので、ヘッドの製作が容易になる。さらにまた、高濃度不純物に高濃度ボロンを用いることで、容易に振動板となる高濃度不純物拡散層を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る製造方法を適用する静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図3】同ヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図5】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第1実施形態における高濃度ボロン拡散層の形成工程を説明する説明図

【図6】同第1実施形態におけるヘッドの製作工程を説明する説明図

【図7】図5(b)の段階における高濃度ボロン拡散層の濃度分布図

【図8】KOH溶液中のIPA濃度とエッチレート比の関係を説明する説明図

【図9】ボロン濃度とエッチレート比の関係を説明する説明図

【図10】KOH濃度とエッチレート比の関係を説明する説明図

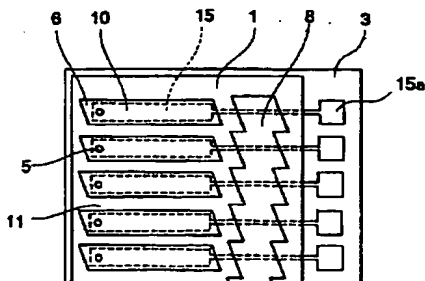
【図11】本発明を適用したインクジェットヘッドの製造方法の第3実施形態の説明に供する説明図

【図12】イオン注入でボロン拡散層を形成した時の濃度分布を説明する説明図

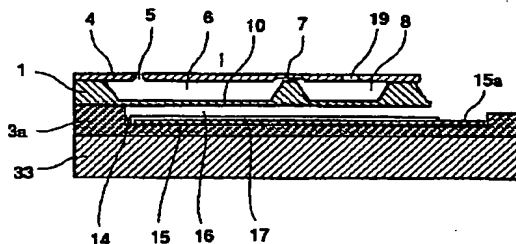
#### 【符号の説明】

1…振動板/液室基板、3…電極基板、4…ノズル板、5…ノズル、6…液室、10…振動板、15…電極、20…Si基板、21…高濃度ボロン拡散層、22…酸化膜、24…シリコン窒化膜。

【図2】

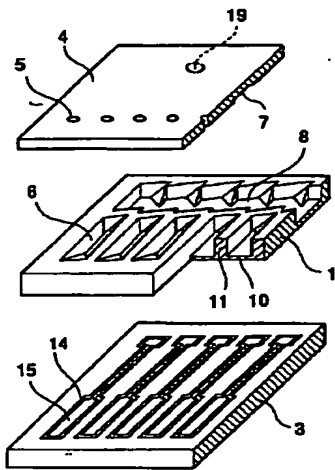


【図3】

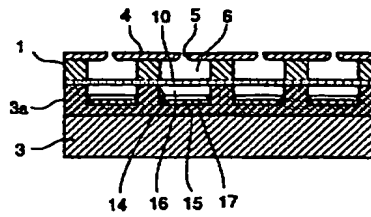




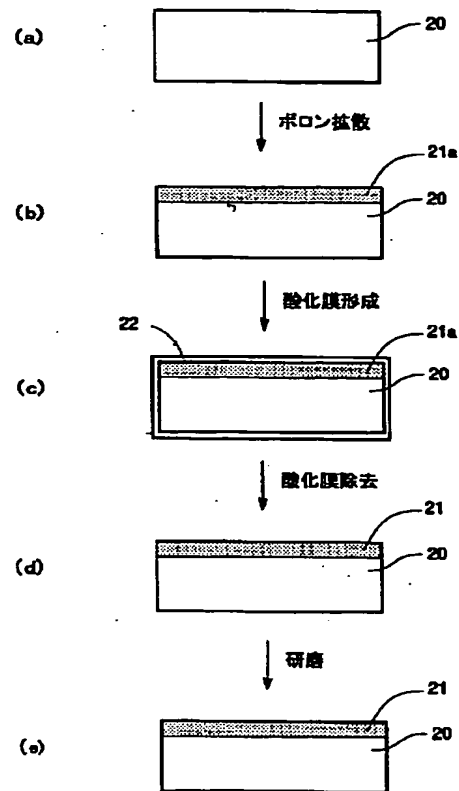
【図1】



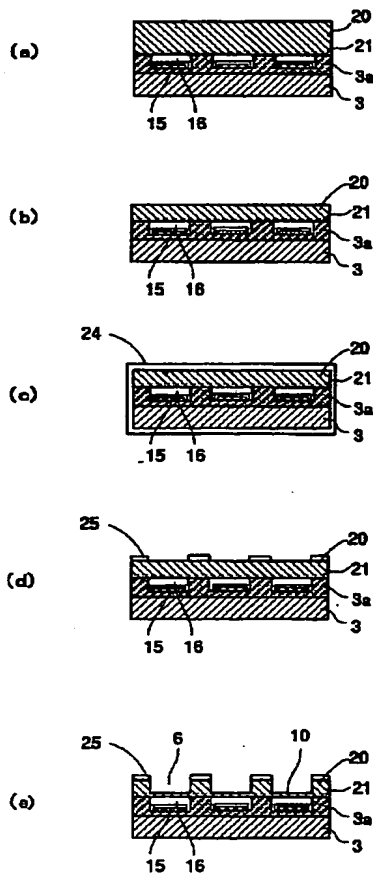
【図4】



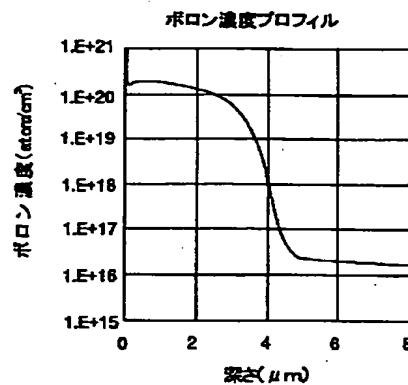
【図5】



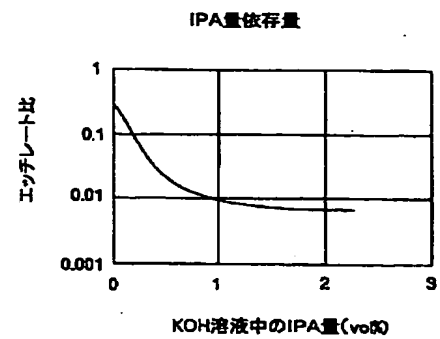
【図6】



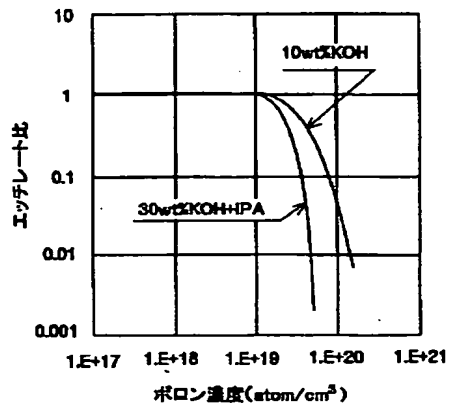
【図7】



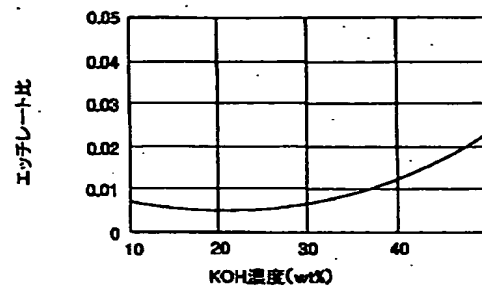
【図8】



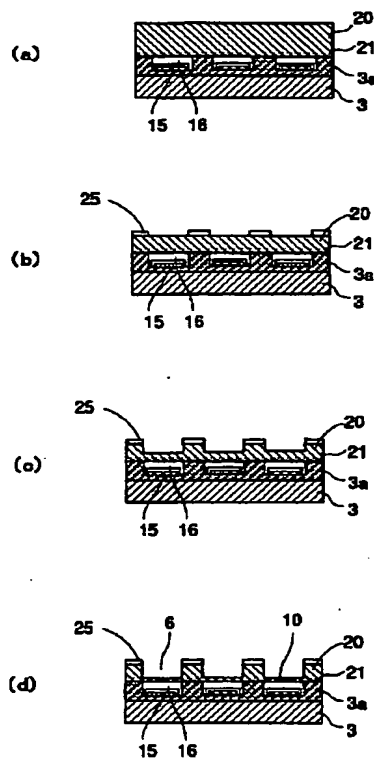
【図9】



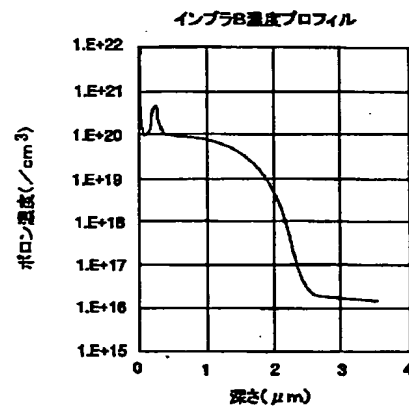
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 山中 邦裕  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

Fターム(参考) 2C057 AF93 AG54 AP02 AP22 AP25  
AP32 AP34 AP53 AP57 BA03  
BA15